

Japanese Patent Office
Patent Laying-Open Gazette

Patent Laying-Open No. 11-284836
Date of Laying-Open: October 15, 1999
International Class(es): H04N 1/387
G09C 5/00
H04N 7/08
7/081

(14 pages in all)

Title of the Invention: Digital Watermarked Image Processing
Method

Patent Appln. No. 10-80815

Filing Date: March 27, 1998

Inventor(s): Junichi TAGUCHI
Yutaka YOSHIURA
Isao ECHIZEN
Akira MAEDA
Takao ARAI
Toshiyuki TAKEUCHI

Applicant(s): Hitachi, Ltd.

(transliterated, therefore the
spelling might be incorrect)

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-284836

(43) 公開日 平成11年(1999)10月15日

(51) Int.Cl.⁶

識別記号

F I

H 0 4 N 1/387

H 0 4 N 1/387

G 0 9 C 5/00

G 0 9 C 5/00

H 0 4 N 7/08

H 0 4 N 7/08

Z

7/081

審査請求 未請求 請求項の数27 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願平10-80815
(22) 出願日 平成10年(1998) 3 月27日

(71) 出願人 000005108
株式会社日立製作所
東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地
(72) 発明者 田口 順一
神奈川県川崎市麻生区王禅寺1099番地 株
式会社日立製作所システム開発研究所内
(72) 発明者 吉浦 裕
神奈川県川崎市麻生区王禅寺1099番地 株
式会社日立製作所システム開発研究所内
(72) 発明者 越前 功
神奈川県川崎市麻生区王禅寺1099番地 株
式会社日立製作所システム開発研究所内
(74) 代理人 弁理士 小川 勝男

最終頁に続く

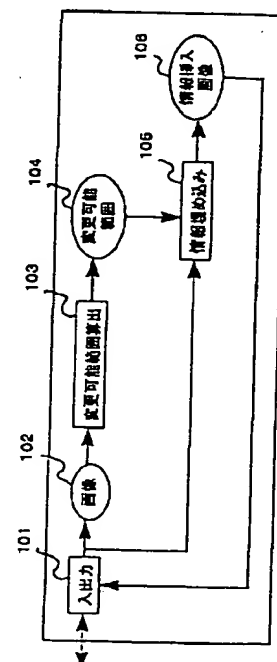
(54) 【発明の名称】 電子透かし画像処理方法

(57) 【要約】

【課題】 画像データへの情報埋込みにおいては、以下の2つの要求を両立することが課題である。(1) 画像の画質劣化の防止 (例えば画像が視覚的に変化しないこと) (2) 埋め込んだ情報の耐性 (例えば情報を埋め込んだ画像を処理しても情報が消失しないこと)

【解決手段】 画像データを入力する手段と、画像データに情報を埋め込む手段を有する情報処理システムにおいて、人間には知覚できない、あるいは、人間の画像参照の妨害にならない画像データのデータ値変更の範囲を求め、上記変更可能範囲内で画像データの値を変更することにより情報を埋め込む。

図1



【特許請求の範囲】

【請求項1】コンテンツを入力する手段と、コンテンツに情報を埋め込む手段を有する情報処理システムにおいて、人間には知覚できない、あるいは、人間のコンテンツ参照の妨害にならないコンテンツの値変更の範囲を求め、上記変更可能範囲内でコンテンツの値を変更することにより情報を埋め込むことを特徴とする情報埋込み方法。

【請求項2】コンテンツを入力する手段と、コンテンツに情報を埋め込む手段を有する情報処理システムにおいて、コンテンツの値の変更時に、その変更が人間には知覚できないか否か、あるいは、人間のコンテンツ参照の妨害にならないか否かを判定することを特徴とする情報埋込み方法。

【請求項3】上記1及び2項の情報埋込み方法において、上記変更可能範囲算出ステップ及び変更影響判定ステップが、画像の中の物体の輪郭に対応する領域及び面の性質が急激に変化する領域の値を保存する一方で、それ以外の領域の値を変更する画像処理により実現されることを特徴とする情報埋込み方法。

【請求項4】上記3項の画像処理が、エッジを保存しノイズを削減する画像フィルタであることを特徴とする情報埋込み方法。

【請求項5】上記3項の画像処理が、画像の局所的な性質に依存して、平滑化の強度と方向を変更するフィルタであることを特徴とする情報埋込み方法。

【請求項6】上記1項の情報埋込み方法において、コンテンツに同じ情報を複数回重複して埋込み、埋め込んだ値を読み出すときに、多数決論理によって埋め込んだ値を推定することを特徴とする情報埋込み方法。

【請求項7】画像データのデータ値を変更することにより情報を付加する手段と、該画像データに付加した情報を検出する手段を有する画像処理装置において、原画像データに画像フィルタ処理を施してフィルタ通過画像データを作成し、

該フィルタ通過画像データと該原画像データの差演算をする処理を施して透かし核画像データを作成し、該透かし核画像データと所望の付加すべき情報を基に該原画像データのデータ値を変更する値を求める処理を施して変更量画像データを作成し、該原画像データと該変更量画像データとの加演算をする処理を施して透かし入り画像データを作成することを特徴とした電子透かし画像処理方法。

【請求項8】上記請求項7において、上記該透かし核画像データと所望の付加すべき情報を基に該原画像データのデータ値を変更する値を求める処理を施して変更量画像データを作成する最に、該透かし核画像データのデータ値を基に情報を付加すべき画像位置を選択する処理を施して情報付加位置画像マップデータを作成することを特徴とした電子透かし画像

処理方法。

【請求項9】上記請求項8において、該透かし核画像データのデータ値を基に情報を付加すべき画像位置を選択する処理を施して情報付加位置画像マップデータを作成する最に、

情報付加位置画像マップデータの着目画素のデータ値が、情報を付加したことを意味する場合、それと連動して情報を付加する場合を除き、該着目画素の所定の周囲の画素について、情報付加位置画像マップデータのデータ値がそれぞれ情報が付加されていないことを意味する値となるように、また、上記が任意の画素を着目しても成り立つように該情報付加位置画像マップデータを作成することを特徴とする電子透かし画像処理方法。

【請求項10】上記請求項9において、上記該情報付加位置画像マップデータを作成する方法として、該透かし核画像データのデータ値を参考に情報を付加すべき画像の位置を選択する順番に、該情報付加位置画像マップデータを変更するか判定にかけ、

該判定にかける画像位置の該情報付加位置画像マップデータの値が初期状態値であれば情報を付加できると判定し、該情報付加位置画像データマップのデータ値を情報が付加することを意味するデータ値に変更し、さらに、該判定にかける位置を基準に上記所定の周囲の画素範囲の該情報付加位置画像マップデータのデータ値をそれぞれ近傍にデータがあることを意味するデータ値に変更し、

該判定にかける画像位置の該情報付加位置画像マップデータの値が初期状態値でなければ情報を付加できないと判定して該情報付加位置画像データマップのデータ値を変更しないことを特徴とする電子透かし画像処理方法。

【請求項11】上記請求項8において、該所望の付加すべき情報を01のビット列で表した場合、該01のビット列から所定の方法で該情報付加位置画像マップデータを参照して該変更量画像マップデータを作成することを特徴とした電子透かし画像処理方法。

【請求項12】上記請求項11において、該01のビット列から所定の方法で該情報付加位置画像マップデータを参照して該変更量画像マップデータを作成する処理において、該01のビット列の何番めのビットがどの画像位置に付加する情報となるが対応を示すビット対応位置画像マップデータを作成することを特徴とした電子透かし画像処理方法。

【請求項13】上記請求項7において、該透かし核画像データを基に、正值付加可能画像データと負値付加可能画像データを作成し、該正值付加可能画像データと該負値付加可能画像データの平均処理を行なって差判定画像データを作成することを特徴とした電子透かし画像処理方法。

【請求項14】上記請求項13において、該正值付加可能画像データと該負値付加可能画像データを参照して該

所望の付加すべき情報を基に該変更量画像データを作成することを特徴とした電子透かし画像処理方法。

【請求項 15】上記請求項 7 において、該画像フィルタ処理としてエッジ保存型画像フィルタ処理を用いることを特徴とした電子透かし画像処理方法。

【請求項 16】上記請求項 15 において、該エッジ保存型画像フィルタ処理として最小変化方向の 1 次元平滑化型フィルタ処理を用いることを特徴とした電子透かし画像処理方法。

【請求項 17】上記請求項 13 において、該透かし入り画像データまたは該透かし入り画像データが加工された画像データを被透かし検出画像データとした場合、該被透かし検出画像データと該原画像データの差演算を施して差比較画像データを作成し、該差比較画像データと、該差判定画像データのデータ値を比較することにより、該被透かし検出画像データに付加された情報を読み取ることを特徴とした電子透かし画像処理方法。

【請求項 18】上記請求項 17 において、上記請求項 6 の該ビット対応位置画像マップデータを作成した場合について、

該差比較画像データと、該差判定画像データのデータ値を比較する最に、ビット対応位置画像マップデータを参照することを特徴とした電子透かし画像処理方法。

【請求項 19】画像データのデータ値を変更することにより情報を付加する手段と、該画像データに付加した情報を検出する手段を有する画像処理装置において、原画像データのデータ値を所望の付加すべき情報を基に変更して透かし入り画像データを作成し、該透かし入り画像データが所定の加工処理を受け、該所定の加工処理を受けたデータを被透かし検出画像データとした場合、

該原画像データを該所定の加工処理を施して原画加工画像を作成し、

該被透かし検出画像と該原画加工画像とを比較することにより該被透かし検出画像データに付加された情報を読み取ることを特徴とした電子透かし画像処理方法。

【請求項 20】画像データのデータ値を変更することにより情報を付加する手段と、該画像データに付加した情報を検出する手段を有する画像処理装置において、原画像データのデータ値を所望の付加すべき情報を基に変更して透かし入り画像データを作成し、

該透かし入り画像データまたは該透かし入り画像データが加工された画像データを被透かし検出画像データとした場合、

該被透かし検出画像データと該原画像データの差演算を施して差比較画像データを作成し、

該所望の付加すべき情報を埋め込んだ画像位置の周辺位置について該差比較画像データのデータ値を参照して該付加すべき情報を埋め込んだ画像位置の該差比較画像デ

ータの該情報が付与されない場合のデータ値を予測して、該被透かし検出画像データに付加された情報を読み取ることを特徴とした電子透かし画像処理方法。

【請求項 21】上記請求項 20 において、上記原画像データのデータ値を所望の付加すべき情報を基に変更して透かし入り画像データを作成する最に、該原画像データのデータ値を変更する各々の画像位置は、互いに所定の間隔だけ空くように、該原画像データのデータ値を変更する位置を決めることを特徴とした電子透かし画像処理方法。

【請求項 22】上記請求項 21 において、上記請求項 20 記載の該所望の付加すべき情報を埋め込んだ画像位置の周辺位置について該差比較画像データのデータ値を参照して該付加すべき情報を埋め込んだ画像位置の該差比較画像データの該情報が付与されない場合のデータ値を予測する処理において、該所望の付加すべき情報を埋め込んだ画像位置の周辺位置についての該差比較画像データのデータ値の平均値を該情報が付与されない場合の予測データ値とすることを特徴とした電子透かし画像処理方法。

【請求項 23】上記請求項 22 において、上記請求項 20 記載の該所望の付加すべき情報を埋め込んだ画像位置の周辺位置について該差比較画像データのデータ値を参照して該付加すべき情報を埋め込んだ画像位置の該差比較画像データの該情報が付与されない場合のデータ値を予測する処理において、

該原画像のエッジを検出する処理を施してエッジ画像データを作成し、

該差比較画像データとエッジ画像データの相関を元に、該情報が付与されない場合の予測データ値を求めることを特徴とした電子透かし画像処理方法。

【請求項 24】上記請求項 7 において、該所望の付加すべき情報を埋め込む最に、同一情報を複数の画像位置に重複して埋め込んで該透かし入り画像データを作成し、

該透かし入り画像データまたは該透かし入り画像データが加工された画像データを被透かし検出画像データとした場合、

該被透かし検出画像データに埋め込まれた情報を検出する最に、重複して埋め込んだ画像位置での各々の情報検出結果について、多数決を行い、最終的な情報検出結果とすることを特徴とした電子透かし画像処理方法。

【請求項 25】上記請求項 7 において、該所望の付加すべき情報を埋め込む最に、同一情報を複数の画像位置に重複して埋め込んで該透かし入り画像データを作成し、

該透かし入り画像データまたは該透かし入り画像データが加工された画像データを被透かし検出画像データとした場合、

該被透かし検出画像データに埋め込まれた情報を検出す

る最に、該重複して埋め込んだ画像位置の各々のデータ値を加算し、該加算結果を基に情報を検出することを特徴とした電子透かし画像処理方法。

【請求項26】画像データのデータ値を変更することにより情報を付加する手段と、該画像データに付加した情報を検出する手段を有する画像処理装置において、原画像データのデータ値を所望の付加すべき情報を基に変更する最に、同一情報を複数の画像位置に重複して埋め込んで透かし入り画像データを作成し、該透かし入り画像データまたは該透かし入り画像データが加工された画像データを被透かし検出画像データとした場合、

該被透かし検出画像データに埋め込まれた情報を検出する最に、該重複して埋め込んだ画像位置の各々のデータ値を加算し、該加算結果を基に情報を検出することを特徴とした電子透かし画像処理方法。

【請求項27】画像データのデータ値を変更することにより情報を付加する手段と、該画像データに付加した情報を検出する手段を有する画像処理装置において、原画像データのデータ値を所望の付加すべき情報を基に変更する最に、該所望の付加すべき情報を01のビット列とし、

実際に画像に付加する情報を012の3状態として、新たに付け加えられた該2の状態は該所望の付加すべき情報を該原画像中に入れない情報として情報に重畳性を持たせ、該所望の付加すべき情報から該実際に画像に付加する情報を作成し、

該実際に画像に付与する情報を基に、該原画像データのデータ値を変更して透かし入り画像データを作成することを特徴とした電子透かし画像処理方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は画像データに著作権や販売日、販売先などの各種情報を埋め込む電子透かし方法に関する。

【0002】

【従来の技術】画像データのデータ値を変更し、その変更の仕方により、著作権などの情報を埋め込む電子透かし機能には、以下の事柄が要求されている。

【0003】(1)画像データの変更を人間が認知できない。または、利用上問題にならない程度と判断できる。

【0004】(2)情報を埋め込んだ画像データにJPEG圧縮等の画像データ値の変更を伴う処理を施しても、埋め込んだ情報があるべく消失せず、検知できる。

【0005】従来の情報埋込み技術では、日経エレクトロニクス(1997年)683号99頁から107頁に述べられているように、これらの要求を満たすために、変更の対象となる値の種類に関して工夫していた。すなわち、変更が目立ちにくく、かつ、消失しにくい値に対し

て変更を加えていた。例えば、画像を周波数表現し、その中域成分の係数に対して変更を加えていた。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】画像の値の変更と視覚上の変化の関係は、画像毎さらには画像中の領域によって異なる。例えば、平坦な領域ではわずかな値変更でも目立つ一方、森林写真のような雑然とした領域では大きな値変更でも目立たない。

【0007】ところが、上記従来の技術では、画像の性質に依存して値変更の大きさを最適化することができなかった。そのため、視覚的变化の防止を優先する場合には、平坦な画像の場合を想定して値変更を小さくする必要があり、画像処理への耐性が小さかった。一方、画像処理への耐性を優先する場合には、値変更を大きくする必要があり、平坦な画像において視覚的变化が生じていた。すなわち、従来方式では、視覚的变化の防止と画像処理への耐性を両立することが困難であった。

【0008】以上から、本発明が解決しようとする課題は、画像データへの情報埋込みにおいて、視覚的变化の防止と画像処理への耐性の両立を可能とする方法を提供することである。

【0009】

【課題を解決するための手段】医用画像処理の分野では、X線やMRIを用いて撮影した人体の写真に対して、医師の診断を容易にするためのフィルターが研究されている。最も進んだ医用フィルターでは、電子情報通信学会論文誌、D-2、第J79-D-2巻、第8号、1347頁から1353頁に示されるように、以下の性質を持つ。

【0010】(1)平滑化処理により、ノイズを除去する。

【0011】(2)人間の視覚にとって重要なエッジ情報、すなわち物体の輪郭や面の性質の変化する部分については、形状を保存する。

【0012】上記の医用フィルターの性質を利用して、上記の課題を解決することを着想した。すなわち、上記の課題は、画像データを入力する手段と、画像データに情報を埋め込む手段を有する情報処理システムにおいて、上記の医用フィルターを用いて、人間には知覚できない、あるいは、人間の画像を参照する妨害にならない画像データのデータ値変更を行い、変更前の値と変更後の値の間を情報埋込みにおける値の変更可能範囲とし、この変更可能範囲内で画像データのデータ値を変更することにより情報を埋め込むことで解決できる。

【0013】

【発明の実施の形態】本発明の実施例は、画像データに情報を入れる部分と情報の入った画像から情報を取り出す部分の2つに大別される。本発明の画像データに情報を入れる部分の特色は、画像フィルターを用いて画像データのデータ値を変更できるデータ変更許容量を画像位置毎に求め、それを元にデータ値変更を行って、画像デー

タに情報を入れる事にある。

【0014】以下、(1)章では、本発明の第1の実施例について簡単に説明し、(2)章では、本発明の画像データにデータを入れる部分について第2の実施例を子細に述べ、(3)章では、情報の入った画像から情報を取り出す部分について第3の実施例を子細に述べる。

【0015】(1)第1の実施例

以下、図1、2を用いて、本発明の第1の実施例を簡単に述べる。この実施例では、静止画と対象とし、画素の輝度を変更することで情報を埋め込むものとする。

【0016】図1は、本発明の機能構成図である。矩形で示した要素すなわち入出力101、変更可能範囲算出103、情報埋込み105は処理であり、計算機のCPUで実現される。楕円で示した要素すなわち画像102、変更可能範囲104、透かし入り画像106はデータであり、計算機の記憶装置で実現される。

【0017】入出力101は、画像を入力し、これを記憶装置に格納する。変更可能範囲算出103は、まず、前述の医用フィルターあるいはそれと同様の画像処理を画像102に適用する。その結果、画像103と輝度が異なり、視覚的には変わらない画像を得る。次に、変更可能範囲算出103は、各画素毎に、画像処理適用前の輝度と適用後の輝度を記憶する。これが変更可能範囲104である。

【0018】情報埋込み105は、まず、画像102の画素のうち輝度を変更する画素を選択する。次に、選択した各画素について、輝度を特定値に変更することで情報を埋め込む。その結果、情報挿入画像106を得る。この情報挿入画像106は、入出力101を介して外部に出力される。

【0019】次に、図2を用いて、情報埋込み105における輝度の変更方法を説明する。ここでは、一つの画素の輝度の値は0～255までであるとする。図2は、画素の輝度値を数直線で表したものである。本実施例では、この数直線上の白い円すなわち値が16の倍数である点は埋込み情報0に対応し、黒い点すなわち値が(16の倍数+8)の点は埋込み情報1に対応するものとする。

【0020】最初に、情報埋込み105の動作の基本を説明し、その後で、変更可能範囲104の利用について説明する。まず、基本を説明する。画像102の画素の輝度を、最近傍の白または黒の円に変更する。すなわち、その画素に埋め込みたい情報が0の場合には白円に変更し、1の場合には黒円に変更する。例えば、画素の輝度が図中の△すなわち30で、埋め込みたい情報が0の場合には、その画素の輝度を32に変更し、埋め込みたい情報が1の場合には、その輝度を24に変更する。

【0021】次に、変更可能範囲104の利用について説明する。上記の基本動作では、画素の輝度の変更が大きすぎて画像が視覚的に変化する場合がある。これを防

止するために、画素の値の変えを変更可能範囲104の範囲内で行う。例えば、画素の輝度が△すなわち30で、その画素の輝度の変更可能範囲が26～33であるとする。この場合、埋め込みたい情報が0の場合には、上記の基本動作通りに、その画素の輝度を32に変更する。しかし、埋め込みたい情報が1の場合には、変更先の輝度24が変更可能範囲に含まれていないので、24に最も近い値26に変更する。

【0022】最後に、透かし挿入画像106からの情報の抽出について説明する。最初に、値を参照すべき画素を選択する。この画素の選択においては、情報埋込み105における画素選択と同じ規則を用いる。従って、輝度を変更した画素が選択される。

【0023】次に、選択した各画素について、その輝度を取り出し、その値が、16の倍数か、(16の概数+8)のいずれに近いかで、埋め込まれた情報が0か1かを判定する。

【0024】上述のように、情報埋込み105では、変更可能範囲104の中で輝度を変更するので、輝度を16の倍数または(16の概数+8)に正確に変更できない場合がある。そのため、情報の抽出において、一定の確率で誤りが生じる。この問題は、同じ情報を複数の画素に重複して埋め込み、抽出において多数決を行うことで解決できる。

【0025】以上のように、本実施例によれば、画像に情報を埋込み、埋め込んだ情報を抽出することができる。この情報埋込みにおいては、画像の視覚的劣化のないことが保証された範囲すなわち変更可能範囲内でのみ、画像の値を変更することができる。また、上記変更可能範囲を画素毎に算出するので、画素毎に可能な限り大きな値変更を行うことで、画像処理への耐性を強化することができる。

【0026】以上は、画像データのデータ値を変更するものとして説明したが、同様に音データの場合、音を取得した1次元データにフィルタをかけ、現音データとフィルタ後の音データの差を変更可能データとして所定の時刻の音データをその量だけ変更するかしないかで01の情報を持たすこともできる。また、音データを周波数と時間を軸とする2次元データにして、画像と同等に扱い、上記画像処理を行い、情報を持たすこともできる。このように、以上は、画像データや音データなどのコンテンツに情報を入れる方法と見ることができる。

【0027】(2)第2の実施例(画像データに情報を付加する詳しい実施例)

以下、本発明の第2の実施例について、4節に分けて説明する。(2-1)節で全体の流れを示し、(2-2)節で一部の処理を詳しく説明し、(2-3)節でさらにその中の一部処理について機能を追加した一実施例を説明し、(2-4)節で情報を付加する画像位置の選択の仕方について各種説明する。

【0028】(2-1)第2の実施例の全体説明
図3および図9を用い、本発明第2の実施例の全体を説明する。図3は、フロー図、図9は各処理で生成される画像の流れを示した図である。以下、図3のフロー図の番号をステップ番号として手順を説明する。

【0029】ステップ301：原画像900に画像フィルタ処理921を行い、フィルタ通過画像911を作成する。画像フィルタ処理921としては、上記手段の項で記載した以下のような最小変化方向の1次元平滑化型フィルタを用いることができる。

【0030】(A)木戸邦彦ほか、「方向依存型フィルタを用いたMRI画像の画質改善」、信学論(D-I)、Vol. j79-D-II, no. 8, pp. 1347-1353、(1996年)。

【0031】その他にも各種画像フィルタを用いる事ができる。例えば、以下や以下の論文に引用された画像フィルタなどや、その他の各種エッジ保存型画像フィルタなどを用いる事ができる。

【0032】(B)田口順一ほか、「エッジ部と平坦部の切り分けを行なった方向依存型画像フィルタ」、信学論(D-II)、Vol. j80-D-II, no. 9, pp. 2345-2350、(1997年)。

【0033】ステップ302：原画像900とフィルタ通過画像911の差を取り、透かし核画像912を作成する。

【0034】原画像900のデータ値を $O[x, y]$ 、フィルタ通過画像911のデータ値を $F[x, y]$ 、透かし核画像912のデータ値を $S[x, y]$ と記すと、以下の数1の関係となる。ただし、 $[x, y]$ は、画像のx行、y列を示す。

【0035】

$$\text{【数1】 } S[x, y] = F[x, y] - O[x, y]$$

ステップ303：透かし核画像912と所望の付加情報901を基に原画像900のデータ値を変更する変更位置と変更量を選択する処理923を行い、変更量画像913を作成する。

【0036】変更位置と変更量を選択する処理923の処理方法は各種考えられる。後に、(2-2)節から(2-4)節までに詳しく述べる。

【0037】ステップ304：原画像900と変更量画像913データを加算し、透かし入り画像914を作成する。

【0038】透かし入り画像のデータ値を $W[x, y]$ とすると、以下の数2の関係が成り立つ。

【0039】

$$\text{【数2】 } W[x, y] = O[x, y] + S[x, y]$$

(2-2)ステップ303の子細

図4および図10を用い、ステップ303の内部処理の子細を説明する。図4は、フロー図、図10は各処理で生成される画像の流れを示した図である。以下、図4のフロー図の番号をステップ番号として手順を説明する。

【0040】ステップ401：透かし核画像912を基に情報付加位置画像マップ1011を作成する。情報付加位置画像マップの作成の仕方には各種考えられ、子細は(2-4)節で述べる。ここでは、一例として以下の数3と数4で示すように情報付加位置画像マップ1011のデータ値 $P[x, y]$ を得るものとする。

【0041】

$$\text{【数3】 } |S[x, y]| \geq L0 \text{ の場合: } P[x, y] = 1.$$

【0042】

$$\text{【数4】 } |S[x, y]| < L0 \text{ の場合: } P[x, y] = 0.$$

【0043】すなわち、上記数3では、透かし核画像912のデータ値の絶対値が所定の値 $L0$ より大きい場合にはその位置に情報を入れると判定し、情報付加位置画像マップ1011のデータ $P[x, y]$ を情報が入ることを意味する値1に設定する。上記数4では、透かし核画像912のデータ値の絶対値が所定の値 $L0$ より小さい場合にはその位置に情報を入れないと判定し、情報付加位置画像マップ1011のデータ $P[x, y]$ を情報が入ることを意味する値0に設定する。

【0044】すなわち、情報付加位置画像マップ1011は、原画像900のどの位置に情報を付加するかを示すマップである。

【0045】ステップ402：付加情報901を01のビット列で表わす。例えば、英数字の文字列の場合、1文字が1バイト(8ビット)で表現できるので、全部で16文字の英数字情報を付加する場合、 $8 \times 16 = 128$ ビットのビット列で表現できる。この時、情報付加位置画像マップ1011の値が情報を付加する事を意味する1の値を持つ画像位置に1ビットの情報を与える場合、どの画像位置に付加情報901のどのビットの情報を与えるかを定めるビット対応位置画像マップ1012を作成する処理を行う。

【0046】ビット対応位置画像マップ1012の作成の仕方は、各種ある。例えば、yを外ループ、xを内ループとして、情報付加位置画像マップ1011の値を検索し、情報付加位置画像マップ1011の値が情報を付加する事を意味する1の値にヒットした時のヒット数をループの始まりからカウントし(カウントは0から始まる)、そのカウント数をビット長である128で割った時の余りをその画像位置におけるビット対応位置画像マップ1012の値とする。なお、情報付加位置画像マップ1011の値が情報を付加しない事を意味する0の値である場合は、ビット対応位置画像マップ1012の値は、情報を付加しない事を示す所定の値、(例えば-1)にする。

【0047】以上により、ビット対応位置画像マップ1012は、付加情報901の何番めのビット(ビット順は0からカウントする)の情報をどの画像位置に入れるかを表わすマップとなる。

【0048】ステップ403：画像の各位置毎に、ピッ

ト対応位置画像マップ1012を参照し、所望の付加情報901のビット列から01のビット値情報を引き出し、そのビット値に応じて透かし核画像912の値を参照して、変更量選択処理1013を行い、変更量画像913を作成する。

【0049】変更量選択処理1013は各種考えられる。例えば、一例として対応するビット値が0ならば、変更量を0とし、ビット値が1ならば、透かし核画像911のデータ値を変更量とする事ができる。すなわち、変更量画像913のデータ値 $C[x, y]$ は、以下の数5や数6、数7で示される値となる。ただし、ビット対応位置画像マップのマップ値を $M[x, y]$ 、付加情報901のビット列の k 番めのビット値を $b[k]$ とする。また、透かし核画像912のデータ値は $S[x, y]$ である。

【0050】

【数5】 $M[x, y]$ が情報を入れない事を意味する所定の値（例えば-1）の場合：

$$C[x, y] = 0$$

【0051】

【数6】 $M[x, y]$ が情報を入れない事を意味する所定の値（例えば-1）でなく、かつ、 $b[M[x, y]] = 0$ の場合：

$$C[x, y] = 0$$

【0052】

【数7】 $M[x, y]$ が情報を入れない事を意味する所定の値（例えば-1）でなく、かつ、 $b[M[x, y]] = 1$ の場合：

$$C[x, y] = S[x, y]$$

以上は、一例であり、その外、各種考えられる。例えば、数6、数7の代りに、以下の数8、数9のようにすることもできる。

【0053】

【数8】 $M[x, y]$ が情報を入れない事を意味する所定の値（例えば-1）でなく、かつ、 $b[M[x, y]] = 0$ の場合：

$$\text{もしも、} S[x, y] < -4 \text{ ならば、} C[x, y] = S[x, y]$$

$$\text{もしも、} S[x, y] > -4 \text{ ならば、} C[x, y] = -4$$

【0054】

【数9】 $M[x, y]$ が情報を入れない事を意味する所定の値（例えば-1）でなく、かつ、 $b[M[x, y]] = 1$ の場合：

$$\text{もしも、} S[x, y] > 4 \text{ ならば、} C[x, y] = S[x, y]$$

$$\text{もしも、} S[x, y] < 4 \text{ ならば、} C[x, y] = 4$$

以上の数8、数9の方法を用いる場合、情報を入れるビット値 $b[M[x, y]]$ が正ならば、変更量の値 $C[x, y]$ が正であることが保証され、ビット値 $b[M[x, y]]$ が負ならば、変更量の値 $C[x, y]$ が負であることが保証される。そのため、情報付加位置画像マップ1011を作る最に、隣り合う位置で一まとめにして特定のビットに対応付けるようにした場合、例えば 2×2 の4画素で1つの

集団として特定のビットの情報に対応させた場合、 2×2 の集団の対応するビット値 $b[M[x, y]]$ が正ならば、 2×2 の集団全体が正の値の変更を受け、 $b[M[x, y]]$ が負ならば、 2×2 の集団全体が負の値の変更を受ける事になるので、 2×2 の集団全体で平均を取り判定する事が可能になり、透かし入り画像914のデータ値を改竄しても 2×2 全体の平均として判定する事により、付加情報901の読み出しエラーが減少する効果を得ることができる。

【0055】（2-3）ステップ403の機能拡張例図5および図11を用い、ステップ403の内部処理の拡張機能について説明する。図5は、フロー図、図11は各処理で生成される画像の流れを示した図である。以下、図5のフロー図の番号をステップ番号として手順を説明する。

【0056】ステップ501：透かし核画像912を基に、正值付加可能画像1101と負値付加可能画像1102を作成する。正值付加可能画像は、正のデータ値の変更可能な範囲値を示し、負値付加可能画像1102は、負のデータ値の変更可能な範囲値を示す。変更量画像913は、付加情報901のビット値に応じて、正值付加可能画像1101と負値付加可能画像1102の値から選択して作成することができる。

【0057】例えば、情報を数8や数9のように入れる場合、以下の数10、数11のように作成する。ただし、正值付加可能画像1101を $POS[x, y]$ 、負値付加可能画像1102を $NEG[x, y]$ 、とする。また、透かし核画像912のデータ値は $S[x, y]$ である。

【0058】

【数10】

$$\text{もしも、} S[x, y] > 4 \text{ ならば、} POS[x, y] = S[x, y]$$

$$\text{もしも、} S[x, y] < 4 \text{ ならば、} POS[x, y] = 4$$

【0059】

$$\text{【数11】もしも、} S[x, y] < -4 \text{ ならば、} NEG[x, y] = S[x, y]$$

$$\text{もしも、} S[x, y] > -4 \text{ ならば、} NEG[x, y] = -4$$

ステップ502：正值付加可能画像1101と負値付加可能画像1102の平均画像を作成し、差判定画像1103とする。差判定画像は、後に透かし入り画像914やそれを加工した画像などから情報を取り出す最の比較判定用の画像として利用することができる。情報の取り出し方については、後に（3）章で詳しく説明する。

【0060】ステップ503：ビット対応位置画像マップ1012を参照し、所望の付加情報901を基に、正值付加可能画像1101と負値付加可能画像1102から変更量画像913を作成する。

【0061】例えば、ステップ501で、数10、数11のように定義すると、以下の数12、数13とすることで、上記数8と数9と同一の処理値となる。ただし、記号は数8～数11までのものと同一の記号である。

【0062】

【数12】 $M[x, y]$ が情報を入れない事を意味する所定の値（例えば-1）でなく、かつ、 $b[M[x, y]] = 0$ の場合：

$C[x, y] = \text{NEG}[x, y]$

【0063】

【数13】 $M[x, y]$ が情報を入れない事を意味する所定の値（例えば-1）でなく、かつ、 $b[M[x, y]] = 1$ の場合：

$C[x, y] = \text{POS}[x, y]$

（2-4）情報を付加する画像位置の選択の仕方

以下、情報を付加する画像位置の選択の仕方について各種述べる。情報を付加する画像位置は、情報付加位置画像マップ1011に値として代入するが、以上のステップ401の説明では、一例として数3、数4のような選択の仕方について述べた。ここではその他の選択の方法について、図6、図7、図13、図14を用いて各々説明する。

【0064】図6、図7、図13、図14は、情報付加位置画像マップ1011の具体例を示した図である。上記（2-2）節では、数3、数4のように、透かし核画像912のデータ値の絶対値が所定のしきい値 L_0 より大きい時に情報を付加する事を意味する値1とし、小さい時に情報を付加しない事を意味する0とした。図6、図7では、情報付加位置画像マップ1011の情報を付加した着目画素の所定の周囲の画素について、情報付加位置画像マップ1011のデータ値がそれぞれ情報が付加されていないように、また、それが任意の情報を付加した画素を着目しても成り立つように情報付加位置画像マップ1011を作成することを特徴としている。また、図13、図14では、情報を2*2ブロック毎に入れているが、そのブロック内の関連を除き、同様に情報を入れた点の所定の近傍に情報を入れないことを保証したものである。以下、各々について説明する。

【0065】図6は、情報を付加する場所を各々間隔を明けて選択した例である。例えば、情報負嘉一画像マップ1011の初期値として全ての点に0を代入する。そして、透かし核画像912の絶対値の大きい順に情報付加位置画像マップ1011の値を順次情報を付加する値を意味する値1にする。この時、回りの点が情報を付加する事を意味する値1でないことを確認し、回りの点に1があれば情報を付加しないことを意味する0とすることにより、図6のような情報付加位置画像マップ1011を作成することができる。

【0066】図7では、図6と同一の情報付加位置を持ち、情報を付加する点の周囲の点を周囲に情報がある事を意味する値2とした場合の情報付加位置画像マップ1011の例である。例えば、最初に全ての点に0を代入して初期値とし、同様に、透かし核画像912の絶対値の大きい順に情報を付加する事を意味する値1を代入す

る。その最、周囲の点に周囲に情報のある事を意味する値2とする。ただし、代入前に、この点の値が、初期値0でない場合は、その点の値の代入と周囲の点の値の代入を行なわない。以上のようにして、図7の情報付加位置画像マップ1011を作成することができる。

【0067】なお、以上の図7の情報付加位置画像マップ1011の作成手順は、以下のように言い換えることができる。透かし核画像912のデータ値を参考に情報を付加すべき画像の位置を選択する順番に、情報付加位置画像マップ1011のデータを変更判定にかけ、その判定にかける画像位置の付加位置画像マップ1011のデータの値が初期状態値であれば情報を付加すると判定し、情報付加位置画像マップ1011のデータ値を情報が付加することを意味するデータ値に変更し、さらに、判定にかける位置を基準に上記所定の周囲の画素範囲の情報付加位置画像マップ1011のデータ値をそれぞれ近傍にデータがあることを意味するデータ値に変更し、その判定にかける画像位置の情報付加位置画像マップ1011のデータの値が初期状態値でなければ情報を付加できないと判定して情報付加位置画像マップ1011のデータ値を変更しない。

【0068】図13では、2*2ブロックで連動して値を代入する場合を例示した。例えば、最初に全ての点に初期値0を代入する。そして、透かし核画像912の2*2ブロックの絶対値の和が最も大きい順番に2*2ブロック全体に情報を入れる事を意味する1の値とする。その最、2*2ブロックの中のいずれか一つまたは周囲の点の値に1の値があれば、その2*2ブロックは情報を付加しない事を意味する0の値とする事により、図13の情報付加位置画像マップ1011が得られる。

【0069】図14は、図13の場合と情報を入れるべき位置が同様の情報付加位置画像マップ1011の例である。ただし、図7と同様に情報を入れるべき位置の周囲の点を周囲に情報をいれるべき点がある事を意味する値2とした。同様に、例えば、最初に全ての点に0を代入して初期値とし、同様に、透かし核画像912の2*2ブロックの絶対値の和の大きい順に情報を付加する事を意味する値1を2*2ブロック全体に代入する。その最、2*2ブロックの周囲の点に周囲に情報のある事を意味する値2とする。ただし、代入前に、この2*2ブロックの中のいずれかの点の値が、初期値0でない場合は、そのブロック内の点とブロック周囲の点の値の代入を行なわない。以上のようにして、図14の情報付加位置画像マップ1011を作成することができる。

【0070】以上の図13や図14のように2*2ブロックなど、集団で同一の情報を入れる場合は、単一の場合よりもデータの改竄に強くなる利点がある。情報を読み出す場合も、多数決論理で読み出すこともできし、ブロック内の情報の入れた値を全て加算した値を基に判定することもできる。

【0071】以上では、透かしとして入れる最小単位が、情報が01の値について説明してきたが、その他にも、各種考えられる。例えば、実際に画像に付加する情報を012の3状態として、新たに付け加えられた2の状態は所望の付加すべき情報を原画像900中に入れたい情報として情報に重畳性を持たせ、所望の付加すべき情報から実際に画像に付加する情報を作成し、実際に画像に付与する情報を基に、原画像900のデータ値を変更して透かし入り画像914を作成することもできる。

【0072】(3) 情報の取り出し方

以上の(1)章や(2)章のようにして、透かし入り画像914を作成する。透かし入り画像914、または、透かし入り画像914を改竄した画像、これらを総称して被透かし検出画像1200と呼ぶことにする。この章では、被透かし検出画像1200から透かしとして入れた情報を検出する検出の仕方について本発明第3の実施例として以下説明する。

【0073】図8は、情報を検出する一例の手順を示したフロー図であり、図12は、各手順中に利用されたり、生成されたりする画像データの流れを示した図である。以下、図8のフロー図の番号をステップ番号として手順について述べる。

【0074】ステップ801：被透かし検出画像1200と原画像900の差処理1211を施して差比較画像1201を作成する。以下の数14で表す事ができる。ただし、被透かし検出画像1200を $G[x,y]$ とし、原画像900を $O[x,y]$ 、差比較画像1201を $R[x,y]$ とする。

【0075】

【数14】 $R[x,y] = G[x,y] - O[x,y]$

ステップ802：差比較画像1201と、差判定画像1103のデータ値を比較することにより、被透かし検出画像1200に付加された情報を読み取る。情報の読み取りは、情報の入れ方に依存する。ここでは、情報を数8、数9のように入れるものとして説明する。

【0076】この時、最も簡単な読み取り方法は、差比較画像1201のデータ値が、差判定画像1103のデータ値よりも大きい場合は、ビット値として1を入れたと判定し、差比較画像1201のデータ値が、差判定画像1103のデータ値よりも小さい場合はビット値として0を入れたと判定する方法である。この時、所定の位置のビット値が、付加情報901のどのビット位置になるか計算するために、ビット対応位置画像マップ1012を参照すると便利である。ビット対応位置画像マップ1012が既に失われている場合は、もう一度情報を入れる最のプロセスを行い、ビット対応位置画像マップ1012を作成することができる。

【0077】以上の処理では、情報の復元に対し、精度を向上する各種改良方法が存在する。例えば、被透かし検出画像1200がJPE G圧縮等、特定の処理を受け

た事がはっきりしている場合、原画像900の代りに、原画像について、被透かし検出画像1200の受けた処理と同じ処理を施した原画加工画像を作成する。そして、被透かし検出画像1200と原画加工画像を比較することにより情報を読み取ることができる。例えば、ステップ801で、原画900の代りに原画加工画像と被透かし検出画像1200の差処理1211を行なって差比較画像1201を作成することができる。このようにすると、原画像900は、被透かし検出画像1200と同一の処理を受けるので、処理方法による画像劣化が同程度となり、差画像では被透かし検出画像に行われた処理の影響がキャンセルされ、高精度に情報を検出することができるようになる。

【0078】以上は、被透かし検出画像1200に施された処理が既知であった場合であるが、一般に被透かし検出画像1200に施された処理を知ることはできない。その場合、以下のようにして、情報の劣化を予想し、高精度に情報を取り出すことができる。

【0079】その一例では、情報を埋め込む位置の選択の仕方として、情報付加位置画像マップ1011を図6や図7、図13や図14のように、情報を入れた点が同期してブロックとして情報を入れる場合を除き、それぞれ隣との間で所定の距離を持っているように情報を入れる場合、以下のように情報の判定を行なうことができる。はじめに、ステップ801と同様に、被透かし検出画像1200と原画像900の差処理1211を施して差比較画像1201を作成する。次に、ステップ802として、所望の付加すべき情報を埋め込んだ画像位置の周辺位置について差比較画像802のデータ値を参照して付加すべき情報を埋め込んだ画像位置の差比較画像802の情報が付与されない場合のデータ値を予測して、被透かし検出画像1200に付加された情報を読み取る。

【0080】以上の、差比較画像データの情報が付与されない場合のデータ値を予測する処理は各種考えられる。一例として、所望の付加すべき情報を埋め込んだ画像位置の周辺位置についての差比較画像1201のデータ値の平均値を取り、情報が付加されない場合の予測データ値とすることができる。また、その他にも、原画像900のエッジを検出する処理を施してエッジ画像データを作成し、差比較画像1201とエッジ画像データの相関を元に、情報が付与されない場合の予測データ値を求めることもできる。

【0081】なお、図13や図14の様に、所望の付加すべき情報を埋め込む最に、同一情報を2*2のブックなど、複数の画像位置に重複して埋め込んで該透かし入り画像914を作成する場合は、被透かし検出画像1200に埋め込まれた情報を検出する最に、重複して埋め込んだ画像位置での各々の情報検出結果について、多数決を行い、最終的な情報検出結果とすることもできる。

し、重複して埋め込んだ画像位置の各々のデータ値を加算し、加算結果を基に情報を検出することもできる。

【0082】

【発明の効果】本発明によれば、画像データへの情報埋込みにおいて、画質が劣化しない範囲内で画像データのデータ値を可能な限り大きく変更することができるので、劣化の防止と埋込み情報の耐性の両立が可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施例の機能構成図。

【図2】本発明の第1実施例における画素の輝度値の変更方法を示す図。

【図3】本発明の第2の実施例におけるフロー図。

【図4】本発明の第2の実施例におけるステップ303の子細フロー図。

【図5】本発明の第2の実施例におけるステップ403の機能拡張フロー図。

【図6】情報付加位置画像マップの一作成例。

【図7】情報付加位置画像マップの別の作成例。

【図8】本発明の第3の実施例におけるフロー図。

【図9】本発明の第2の実施例の各処理で生成される画像の流れを示した図。

【図10】本発明のステップ303で生成される画像の流れを示した図。

【図11】本発明のステップ403の拡張機能で生成される画像の流れを示した図。

【図12】本発明の第3の実施例の各処理で生成される画像の流れを示した図。。

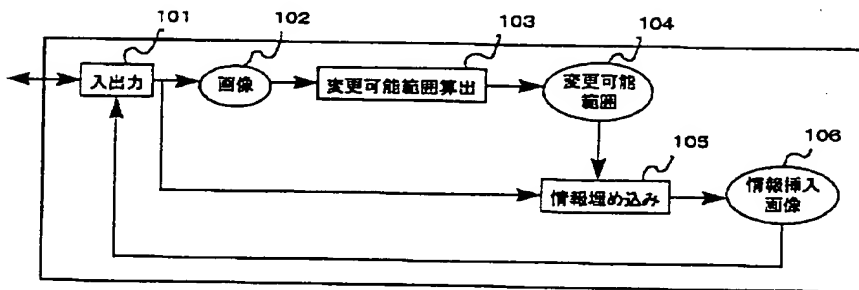
【図13】情報付加位置画像マップの更に別の作成例。

【図14】情報付加位置画像マップのまた他の作成例。。

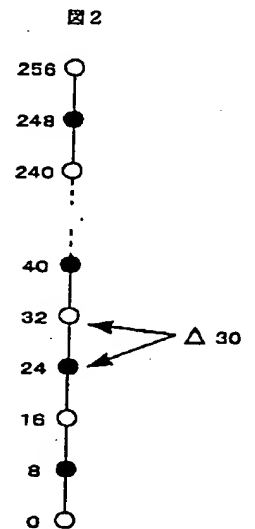
【符号の説明】

101：入出力、102：画像、103：変更可能範囲算出、104：変更可能範囲、105：情報埋め込み、106：情報挿入画像

【図1】



【図2】

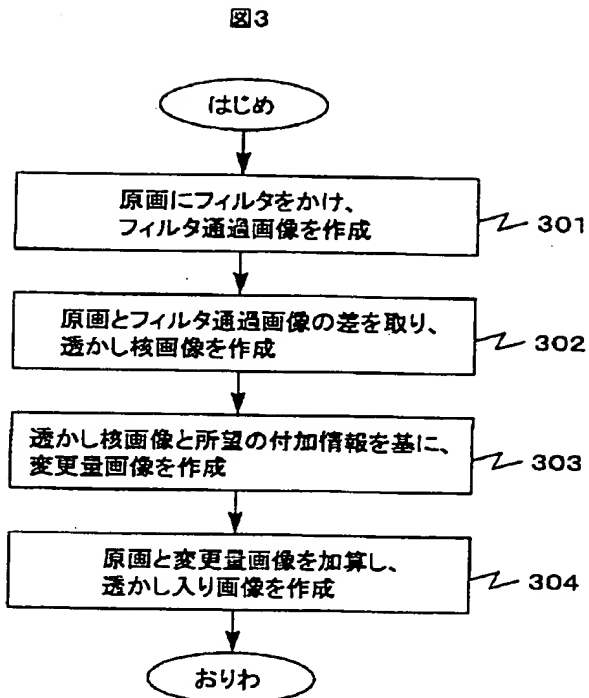


【図6】

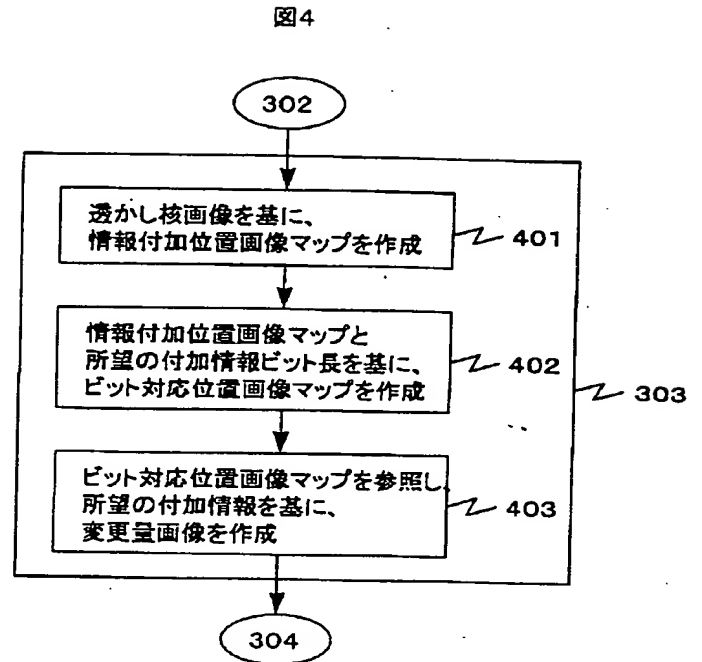
図6

	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	1	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	1	0	0
	0	0	0	0	0	0	0

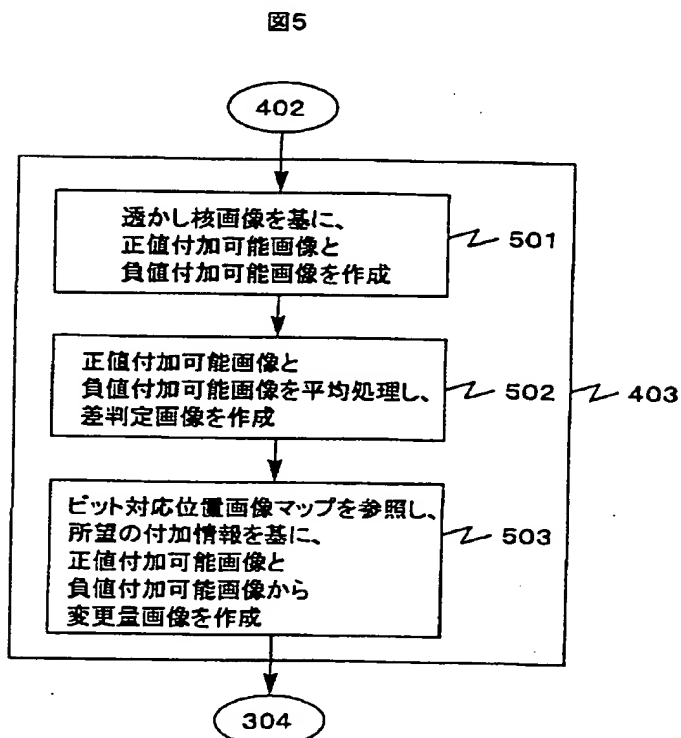
【図3】



【図4】



【図5】



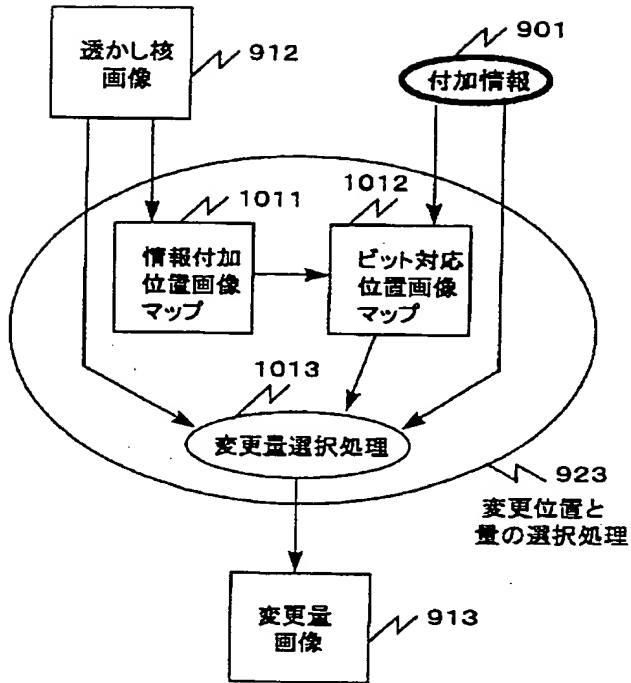
【図7】

図7

	0	2	2	2	0	0	0	
	0	2	1	2	0	0	0	
	0	2	2	2	0	0	0	
	0	0	0	0	0	0	0	
	0	0	0	2	2	2	0	
	0	0	0	2	1	2	0	
	0	0	0	2	2	2	0	

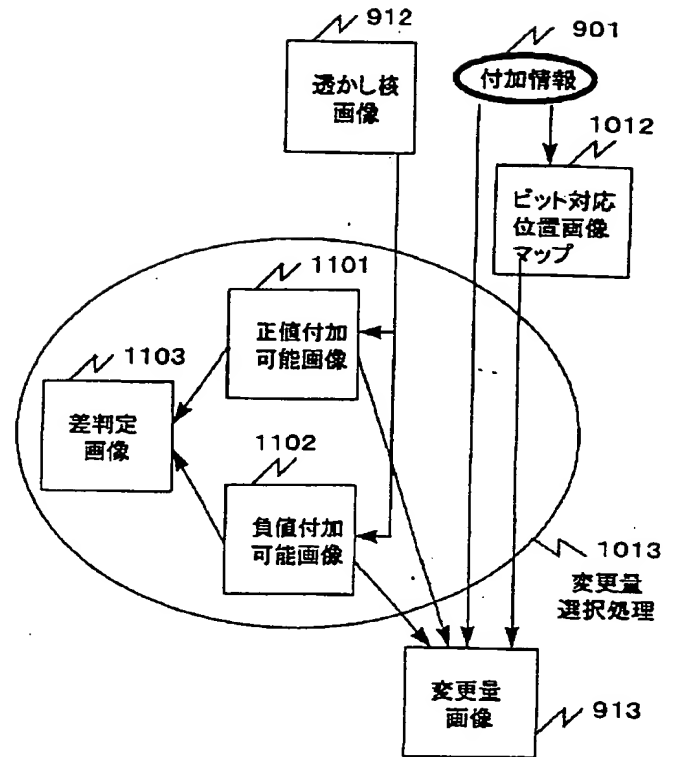
【図10】

図10



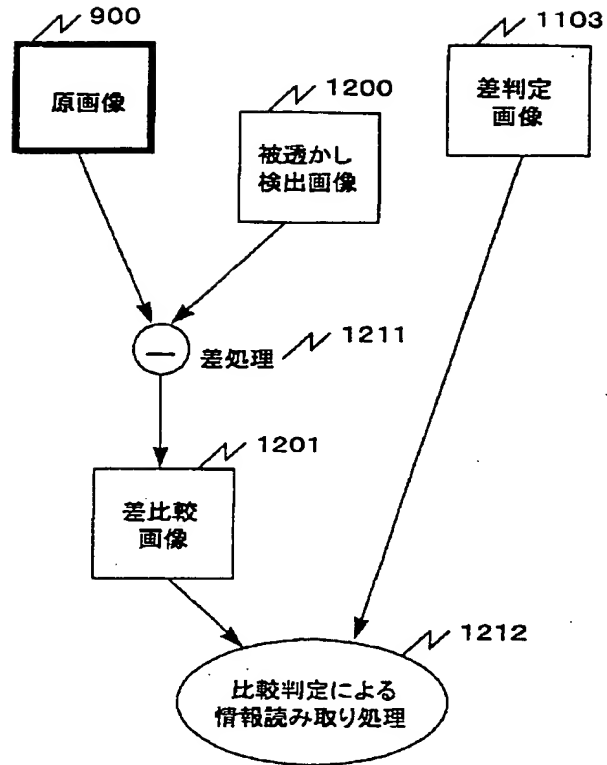
【図11】

図11



【図12】

図12



フロントページの続き

(72)発明者 前田 章
神奈川県川崎市麻生区王禅寺1099番地 株
式会社日立製作所システム開発研究所内

(72)発明者 荒井 孝雄
神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地 株
式会社日立製作所映像情報メディア事業部
(72)発明者 竹内 敏之
神奈川県戸塚区吉田町292番地 株式会社
日立製作所マルチメディア事業本部